UEBER DIE
QUANTITATIVE BESTIMMUNG
DES
AETHERDAMPFES.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

VORGELEGT VON

LEO COHN

ARZT

AUS ANGERBURG (OSTPREUSSEN).

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

WÜRZBURG.

BECKER'S UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.

1900.

REFERENT:

HERR PROFESSOR Dr. **KUNKEL.**

MEINEN

LIEBEN ELTERN.

Trotz der vielfachen Verwendung der Chloroform- und Aethernarkose sind die quantitativen Beziehungen bei Gebrauch der Methoden, welche jetzt für die Zufuhr dieser Betäubungsmittel allgemein üblich sind, noch sehr wenig klargestellt. Nachfolgende Untersuchungen haben zum Zweck, über die Aethernarkose diese Einzelheiten experimentell genauer zu prüfen.

Die Methode, mittelst welcher jetzt meistens ätherisiert wird, die sogenannte Erstickungsmethode, besteht darin, dass man den zu Betäubenden aus der das Gesicht ganz bedeckenden *Julliard*'schen Maske die Aetherdämpfe atmen lässt, die sich durch Verdunsten des hineingegossenen flüchtigen Narcoticums entwickeln.

Die erste Frage, die hierbei entsteht, ist die, von welcher Concentration die Dämpfe sind, die unter der Maske eingeatmet werden. Hierüber kann man gelegentlich physikalisch durchaus unrichtige Angaben äussern hören, wie z. B. dass bei der Narkose reiner Aetherdampf aufgenommen werde u. dergl. Zur richtigen Beantwortung dieser Frage ist es vor allem notwendig die physikalischen Ver-

hältnisse des Aetherdampfes klar zu legen. Darüber giebt folgende Tabelle näheren Aufschluss, welche die Spannung des Aetherdampfes bei verschiedenen Temperaturen nach Regnault und zugleich die danach berechneten Volumprozente Aetherdampf in gesättigter Luft für 750 mm Quecksilber Barometerstand angiebt.

Temp.	Tension des Aetherdampfes.	Gesättigte Luft enthält Volumproz. Dampf.
0^0 C	183	24 %
5^0	230	30 %
10^0	286	38 %
15^0	351	47 %
16^0	367	49 %
17^0	383	51 %
18^0	399	53 %
19^0	416	55 %
20^0	433	58 %
25^0	532	71 %
30^0	636	85 %

Nach dieser Tabelle enthält daher die mit Aetherdampf gesättigte Luft bei 20^0 C 58 % Aether und ist als solche zur Atmung durchaus ungeeignet, hauptsächlich wegen des zu geringen Sauerstoffgehalts im restierenden Luftvolumen, da wir durch *P. Bert*'s Versuche wissen, dass schon lebensgefährliche Zustände auftreten können, wenn die Dichte des Sauerstoffs auf die Hälfte des Atmosphärendrucks herabgesetzt ist, d. h. der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre nur 10 Volumprozente beträgt.

Ueber die praktische Ausführung dieser Fragen liegen Angaben vor von *Snov, Dreser, Spencer* und *Kionka*.

Der erste, der die narkotisierenden Mengen des Aetherdampfes in der Einatmungsluft feststellte, war *Snow* (1848 und 1858). Zu diesem Zwecke brachte er Tiere unter eine Glasglocke von bekanntem Inhalt, in der er gemessene Mengen des Narcoticums verdunsten liess. Das Versuchstier war vollständig narkotisiert, wenn die Luft in der Glocke 3,6 % Aetherdampf enthielt.

Zu gleichen Resultaten gelangte *Dreser*, aus dessen Ausführungen es sich indes nicht entnehmen lässt, welche Methode er bei seinen Bestimmungen der im Binnenraum der *Julliard*'schen Maske enthaltenen Luft zur Anwendung brachte. Behufs Ermittlung des noch lufthaltigen Binnenraums der das Gesicht bedeckenden Maske stellte er zunächst die Capazität der letzteren, dann das Volum der von der Maske umschlossenen Kopfpartie fest, wobei die Differenz beider Werte die gesuchte Grösse ergab, die er auf diesem Wege mit 620 cbcm berechnete. Hierauf nahm er die quantitative Analyse der in diesem Binnenraum der Maske befindlichen Luft vor, wobei er sich der von *Hempel* für die technische Gasanalyse angegebenen Apparate bediente. Es wurden 100 cbcm Gas aus der Maske durch Einsaugen in die Gasbürette mittelst einer mit Wasser gefüllten Glasrohrleitung entnommen, welche luftdicht durch den Wachstaffetüberzug der Maske hindurchgeführt war. Als Absorptionsmittel für die Dämpfe des Narcoticums diente Alcohol,

der in der *Hempel*'schen Aethylenpipette enthalten war. Um bei seinen Versuchen mit Aethernarcosen eine Condensation der Dämpfe zu verhindern, umgab er die Bürette mit einem Mantel von 30° warmen Wasser und füllte auch die zum Absaugen bestimmte Glasrohrleitung vor Beginn des Versuchs mit über 30° warmen Wasser. Er ermittelte, dass in Anbetracht der unter der Maske herrschenden Temperatur der Gehalt der Maskenluft an Aetherdampf ausserordentlich gering sei, obschon die in seinen acht Aetherversuchen gefundenen Mengen, deren Werte zwischen den Grenzen von 1,2 und 4,7 % schwankten, stets zur Einleitung und Unterhaltung der Narkose völlig genügten. *Dreser* fügt noch hinzu, dass infolge der Schleimansammlung in den Luftwegen und des dadurch bedingten geringeren Luftwechsels die Sättigung der Maskenluft mit Aetherdampf beträchtlich zunehmen kann.

Dieselbe Menge, 3,5 % Aetherdampf in der Inhalationsluft, stellte *Spencer* als die Kaninchen und Katzen narkotisierende Dosis fest. Er verfuhr dabei derart, dass er die Versuchstiere durch eine Maske aus einem Gasometer atmen liess, welcher ein bestimmtes Gemenge von Luft und Aetherdampf enthielt. Für die Zufuhr des Aethers zum Gasometer verwendete er eine dreihalsige *Woulffe*'sche Flasche, welche durch Glasröhren und Gummischläuche einerseits mit einer Kalilaugenflasche und der atmosphärischen Luft, andrerseits mit dem Gasometer, endlich durch ein Capillarrohr mit einer Quetschhahnbürette in Verbindung stand, welch letztere durch ein seitliches Rohr von einem Aetherkolben

aus mit Aether gefüllt werden konnte. Um den Gasometer zu füllen, wurde nach Oeffnen des Schraubhahnes des zur *Woulffe*'schen Flasche führenden Gummischlauches durch allmähliches Heben des Gasometers Luft durch die Kaliflasche in den Gasometer gesaugt; zugleich gelangte nach Oeffnen der mit Aether angefüllten Bürette der Aether in die *Woulffe*'sche Flasche und wurde mit der kohlensäurefreien Luft in den Gasometer gerissen. Hierauf wurde mit einem Rührer die Luft in dem vollständig gefüllten Gasometer mit Aetherdämpfen innig gemischt. Das Aetherluftgemisch wurde in einer gasanalytischen Vorrichtung aufgefangen, welche im Wesentlichen aus einem Gastrichter und einem mit diesem durch einen Gummischlauch verbundenen Quecksilberbehälter bestand, und durch welche das Gasgemenge in regelmässigem und langsamem Strome durchgeleitet wurde. Da das Gasgemisch nicht ohne Verlust an Aether von Feuchtigkeit befreit werden konnte, wurde zunächst nur die in einer mit dem Gasbehälter verbundenen Verbrennungsröhre gebildete Kohlensäure in Rechnung gebracht und danach die Aethermenge bestimmt. Als Inhalationsmaske benutzte *Spencer* eine über den Kopf des Versuchstiers gezogene Tierblase, in welche ein mit Membranventil versehenes Zuleitungsrohr mündete, das mit dem Gasometer in Verbindung stand, während die Exspirationsluft durch ein zweites ebenfalls mit einem Ventil versehenes Rohr nach aussen gelangte. Endlich berechnete er die Aethermenge, die erforderlich ist, um am Menschen die

Narkose eine Stunde lang zu unterhalten, auf rund 200 cbcm oder 150 gr.

Kionka fand bei Kaninchen einen Gehalt an Aetherdampf von 2,1 – 7,9 % als zur völligen Narkose hinreichende Quantität und setzte als Durchschnittswert ebenfalls 3,36 % Aetherdampf (Versuch V) fest, hebt jedoch hervor, dass bei den einzelnen Tieren bedeutende individuelle Schwankungen in der Empfindlichkeit bestehen, ferner dass man die minimale zur Betäubung nötige Menge beträchtlich überschreiten darf, ohne eine lebensgefährliche Wirkung befürchten zu müssen. Die Methode, die *Kionka* für seine Versuche benutzte, ist von *Geppert* angegeben worden. Um das Versuchstier ein bestimmtes prozentisches Gemisch atmen zu lassen, wies die Versuchsanordnung besondere Vorrichtungen auf, mittelst welcher der jeweilige durch dieSättigungsapparate hindurchgehende Bruchteil der gesamten Inspirationsluft genau bestimmt und reguliert d. h. erhöht oder erniedrigt werden konnte. Die Regulation geschieht dabei hauptsächlich durch eine vor das Zuleitungsrohr der gewöhnlichen, nicht mit dem Dampfe des Anaestheticums gesättigten Luft gelegten Gasuhr, bei deren Gang sich eine um ein auf der Achse der Gasuhr befindliches Rad gewundene Schnur abwickelt. Zugleich sinkt auch das freie Ende eines an der Schnur befestigten Kautschukschlauches, der auf der anderen Seite über die untere Mündung einer mit Wasser gefüllte Bürette gezogen ist. Dabei fallen den durch die Gasuhr gehenden Luftmengen proportionale Wassermengen aus dem Schlauche in eine *Woulffe*'sche Flasche

herab, aus welcher sie gleichfalls eine der durch die Gasuhr gehenden proportionale Luftmenge verdrängen. Letztere gelangt dann in eine das Anaestheticum enthaltende Spritzflasche, in der sie mit dem Dampfe des fast bis zum Sieden erhitzten Anaestheticums nahezu gesättigt wird, und nachdem sie noch eine mit in dem Narcoticum getränktem Bimsstein beschickte U-Röhre passiert hat, auf Zimmertemperatur abgekühlt, durch eine Glas- und Gummirohrleitung zum Tiere. Als Vorzüge dieser Methode hebt *Kionka* hervor, dass man mittelst derselben das Tier stets eine bis zu einem bestimmten Grade mit dem Narcoticum gesättigte Luft atmen lassen, dass man während des Versuchs die Quantität des Anaestheticums beliebig steigern und erniedrigen und gleichzeitig auch Respiration und Blutdruck des Tieres messen kann.

Die Arbeiten, über die im Vorhergehenden referiert worden ist, bilden für die Kenntnis der quantitativen Beziehungen des Aetherdampfes bei dessen Verwendung zur Betäubung zwar eine Bereicherung, geben jedoch über die in Betracht kommenden Verhältnisse keine abschliessenden Aufklärungen. Daher habe ich im Auftrage von Herrn Prof. *Kunkel* eine Anzahl von Versuchen angestellt, die den Zweck hatten, ebenso einfache als zuverlässige Methoden zu finden, welche geeignet sind, abschliessende Ergebnisse zu erhalten oder wenigstens zu einer weiteren Klärung jener Fragen beizutragen.

Zunächst sollte eine Methode der Aetherbestimmungen ausgebildet werden. Als Absorptions-

mittel für den Aether wurde zuerst das Oel verwendet, mit welchem sich der Aether in jedem Verhältnisse mischt, während die Mischungsverhältnisse von Aether mit Wasser viel ungünstigere sind, und zwar derart, dass bei 17^0 Cels. 12 Teile Wasser 1 Teil Aether und 35 Teile Aether 1 Teil Wasser lösen.

I. Versuchsreihe.

In eine Flasche, die mit doppelt durchbohrtem Kork geschlossen war, wurde Aether gegeben und daraus durch einen Luftstrom Aetherdampf gesaugt, der nun in zwei Oelkölbchen geleitet wurde.

1. Versuch.

Vor dem Versuch betrug das Gewicht

der Aetherflasche	72,9920
der Oelkölbchen	87,4226

Die Versuchsdauer war 30 Minuten.

Nach dem Versuch betrug das Gewicht

der Aetherflasche	71,3120
	(— 1,6800)
der Oelkölbchen	88,5452
	(+ 1,1226)

Defizit 0,5574. Gefunden 65 % Aetherdampf.

2. Versuch.

Die Oelkölbchen wurden dann, um die absorbierende Oberfläche zu vergrössern, mit Holzwolle beschickt.

Vor dem Versuch wogen die

Aetherflasche	71,1030
Oelkölbchen	73,3330

Der Versuch dauerte 37 Minuten.

Nach dem Versuch wogen die

Aetherflasche	70,5530
	(— 0,5500)
Oelkölbchen	73,7164
	(+ 0,3834)

Verlust 0,1666; gefunden 6 % Aetherdampf.

Um festzustellen, wieviel Aether beim Verkuppeln der Flasche mit den Oelkölbchen, sowie beim Loslösen mit den Kölbchen verloren ging, wurde die Flasche ungefähr so lange geöffnet, als zu diesen Handgriffen Zeit nötig war. Dabei zeigte sich, dass 0,0150 Aether verloren ging.

Das reelle Defizit beträgt daher im 2. Versuch statt 30,3 % nur 27,6 %, im 1. Versuch statt 33,2 % nur 32,3 %.

Ein Versuch, bei dem vier Kölbchen angeschaltet waren, hatte 16 % Defizit.

Versuche in dieser Richtung wurden aufgegeben.

II. Versuchsreihe.

Eine gewogene Aethermenge wurde in ein gewogenes Glaskölbchen eingeschmolzen, dieses wurde dann unter Wasser in einer Turmflasche zerbrochen. An dieselbe war ein U-Rohr mit Chlorcalcium, an diese ein U-Rohr mit Bimsstein, der mit Schwefelsäure getränkt war, angeschlossen. Auf letzteres Rohr folgte ein gewogenes Kölbchen mit

Mandelöl, das mit einem mit Kupferoxyd gefüllten Verbrennungsrohr in Verbindung stand. Jenseits der Verbrennungsröhre stand ein Kalilaugenapparat, an welchen eine Saugflasche angeschlossen war. Nachdem das Kölbchen zerbrochen war, wurde die Turmflasche gelinde erwärmt, um den Aether auszutreiben und in die Verbrennungsröhre zu saugen.

Bei einem von Herrn Dr. *Fessel* geleiteten Versuch war die Zahl der aus der Gewichtszunahme des Kalilaugenapparats berechneten Kohlensäuremenge genau dem abgesaugten Aether entsprechend. Andere Versuche ergaben ähnlich günstige Resultate (94 %, 96 %).

Ungünstiger, aber nicht so erheblich wie bei den Versuchen mit Oelkölbchen, gestalteten sich die Verhältnisse dann, wenn statt unter Wasser, das Aetherkölbchen unter defibriniertem Blut zerbrochen wurde.

Es wurde die Beobachtung gemacht, dass Aetherdampf rasch von concentrierter Schwefelsäure aufgenommen wird. Danach war nun methodisch zu untersuchen, ob diese Reaktion für die Bestimmung des Aetherdampfes brauchbar ist.

III. Versuchsreihe.

Hier wurden die Aetherdampfmengen mittelst der *Hempel*'schen Apparate volumetrisch bestimmt. Man füllt zunächst durch Heben des Quecksilbergefässes, die mit letzterem durch einen dickwandigen Gummischlauch verbundene Gasbürette ganz mit der Absperrflüssigkeit, dem Quecksilber, verbindet

dann das Instrument mit einem Aether enthaltenden Kolben und saugt die Aetherdämpfe ein. Die Absorptionen erfolgen in Gaspipetten, die man mittelst Capillarröhrchen mit der Bürette in Verbindung bringt. Die einfache Absorptionspipette besteht aus zwei grossen Kugeln, die durch eine U-förmig gebogene Röhre mit einander communizieren, und einer doppelt gebogenen starkwandigen Glasröhre, dem sogenannten Capillarrohr. Die eine Kugel fasst etwa 100 cbcm, die andere 150 cbcm, sodass, wenn letztere mit 100 cbcm Gas erfüllt ist, noch genügend Raum für das Absorptionsmittel übrig bleibt. Um die Pipette vor dem Zerbrechen zu schützen und eine leichtere Handhabung zu ermöglichen, ist sie auf eine mit Fuss versehene Holzfassung geschraubt und zwar so, dass das Capillarrohr einige Centimeter über die Holzfassung hinausragt. Ueber das hervorragende Ende des Capillarrohres ist ein kurzes Stück Gummischlauch geschoben. Der Abstand der U-förmigen Umbiegung des Capillarrohrs bis zum hervorragenden Ende desselben muss grösser sein als der Abstand zwischen dem oberen Ende der einen und dem unteren der anderen Glaskugeln, da das Gas nur so zwischen zwei Flüssigkeitssäulen in der Pipette abgesperrt werden kann. Um den Flüssigkeitsfaden in der Capillare deutlicher zu machen, ist hinter letzterer eine weisse Porzellanplatte eingelassen. Zur Ausführung der Gasanalyse wird zunächst die Bürette mit Quecksilber gefüllt, die Pipette dagegen mit dem Absorptionsmittel, mit rauchender oder englischer Schwefelsäure, das vorher durch Schütteln

mit den von ihm nur wenig absorbierbaren Gasen gesättigt ist, ferner zur Vergrösserung der absorbierenden Oberfläche mit Glaswolle und zwar so, dass die kleinere und höher stehende Kugel leer bleibt. Hierauf wird die in der Bürette befindliche Sperrflüssigkeit durch den quantitativ zu bestimmenden Aetherdampf ersetzt, wobei man genau 100 cbcm einleitet, da man dann ohne weiteres die Volumprozente an der Skala ablesen kann. Behufs genauer Einstellung füllt man in die Bürette etwas mehr als 100 cbcm ein, presst die eingeleiteten Aetherdämpfe durch Heben des Quecksilberbehälters auf ein kleineres Volumen als 100 cbcm zusammen und schliesst den unteren Hahn der Bürette, nachdem man durch Senken des Quecksilbergefässes die Sperrflüssigkeit bis zum Nullpunkt hat zurücktreten lassen. Dass die Bürette genau 100 cbcm enthält, davon überzeugt man sich durch eine Kontrollablesung bei in eine Ebene gebrachten Oberflächen der Quecksilbersäulen im Quecksilberbehälter und in der Bürette. Auf diese Weise gelingt es, bis auf Zehntel cbcm genaue Abmessungen zu machen.

Die Pipette wird dann durch ein capillares Verbindungsrohr durch Vermittlung zweier kurzer Stücke Gummischlauch mit der Bürette verbunden. Wird nun der obere Hahn der letzteren geöffnet und gleichzeitig das Quecksilbergefäss gehoben, so strömen die Dämpfe durch die Verbindungscapillaren in die Absorptionspipette und sind dann zwischen zwei Flüssigkeiten, dem Absorptionsmittel und der die Capillare erfüllenden Sperrflüssigkeit, abgeschlossen. Sodann löst man die Verbindung mit

der Bürette, indem man deren oberen Hahn schliesst. Nachdem man einige Minuten die Schwefelsäure auf die Aetherdämpfe hat einwirken lassen, verbindet man wieder Bürette und Pipette und lässt durch allmähliches Senken des Quecksilberbehälters die Dämpfe in die Bürette zurückströmen. Ist dies geschehen, so schliesst man den oberen Hahn derselben und liest unter Berücksichtigung der jeweils vorhandenen Temperatur das Volumen der rückständigen Dämpfe ab.

1. Versuch.

Bei einer Temperatur des Arbeitsraumes von 15^0 C wurden für die rückständigen Dampfmengen beim ersten Ueberführen der Dämpfe in die Pipette 42,6 %, beim zweiten 43 % abgelesen.

2. Versuch.

Die Temperatur des Arbeitsraumes betrug 20^0 C, bei den drei Ueberführungen der Dämpfe wurden die Dampfmengen mit 52 % bezw. 52,6 % und 52,8 % ermittelt.

3. Versuch.

Die Temperatur des Arbeitsraumes war 16^0 C; es wurden nacheinander 44 %, 45 % und 45,5 % abgelesen. Der Versuch wurde zu früh abgebrochen, ehe eine vollständige Absorption der Dämpfe erfolgt war.

4. Versuch.

Die Temperatur des Arbeitsraumes war 8^0 C; man fand 28,8 %, 29,7 % und 30 %.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich zunächst, dass die Schwefelsäure die Aetherdämpfe quantitativ aufnimmt, und zwar so rasch, dass man die Methode

für quantitative Versuche verwerten kann. Es wurde übrigens ferner von Aether eine kleine Menge mit concentrierter Schwefelsäure zusammengebracht und danach gesehen, dass auch der tropfbar, flüssige Aether rasch verschwindet. Welche Verbindung dabei entsteht, wurde nicht genau eruiert, indes kann es sich kaum um etwas anderes handeln, als um die Bildung von Aetherschwefelsäure. Die Annahme, dass die Aetherdämpfe quantitativ absorbiert werden, ist vor allem durch den Verlauf der Absorption durchaus wahrscheinlich gemacht. In dem so eben erwähnten 1. Versuch verschwinden von 100 Volumina Dampf und Luftgemisch bei dem ersten Ueberführen in die Schwefelsäurerepipette sofort 42,6%, beim zweiten Ueberführen nur noch 0,4%.

Da dieselbe Schwefelsäure beim nächsten Versuch wieder etliche 50% Aetherdampf aus einem gleichen Gemisch aufnahm, so ergiebt sich vor allem dass die Schwefelsäure sehr umfängliche Absorptionskraft besitzt. Als das Gemisch von Aetherdampf und Luft zum dritten und vierten Male in die Schwefelsäurepipette gebracht wurde, zeigte sich die Absorption als vollendet.

Weiterhin folgt aus den obigen Absorptionsversuchen, dass beim Durchsaugen von Luftblasen durch eine ca 1/2 cm hohe Aetherschicht die Luft fast vollständig mit Aetherdampf gesättigt wird. Die oben angeführten Analysen ergaben eine Sättigung bis zu etwa 90%.

Für die nächstfolgende Versuchsreihe wurde angenommen, dass die Schwefelsäuremethode den Aetherdampf genau angiebt.

IV. Versuchsreihe.

Es wurde die zu einer Betäubung erforderliche Aethermenge in einer *Julliard*'schen Maske zum Verdunsten gebracht. Der gegen die Atmosphäre abgeschlossene Binnenraum der letzteren stand mittelst einer winklig gebogenen Glasröhre durch Vermittlung eines Gummischlauchs mit dem oberen Ende einer Bürette in Verbindung, wodurch die Aetherdämpfe in die Bürette eingeleitet wurden. Von da aus wurden die Dämpfe wie in der vorigen Versuchsreihe in die mit rauchender oder englischer Schwefelsäure gefüllte Pipette übergeführt, in der sie absorbiert wurden. Schliesslich wurde ihr Volum durch Ablesung an der Teilung der Bürette bei der vorhandenen Temperatur festgestellt.

I. Versuch.

Temperatur des Arbeitsraums 17,5° C. Die drei Ablesungen ergaben 2,9 %, 2,8 % und 2,9 % Aetherdampf. Nach 20 Min. wurden bei einer Temperatur von 18° C nur 0,5 % Aether gefunden.

2. Versuch.

Die Temperatur des Arbeitsraums betrug 16° C. Die Versuchsdauer war 20 Min. Die Absorptionspipette enthielt englische Schwefelsäure (8% Wasser); die drei Ablesungen ergaben 0,8 %, 1,0 % und 1,6 % Aetherdampf.

3. Versuch.

Die Temperatur des Arbeitsraumes betrug 17° C. Die Absorptionspipette war mit rauchender

Schwefelsäure gefüllt. Beim ersten Durchsaugen ergab die erste Ablesung nach 10 Min. 8,0 %, die zweite nach 15 Min. 8,8 %; beim zweiten Saugen wurden zuerst nach 5 Min. 4,4 %, nach weiteren 10 Min. gleichfalls 4,4 % Aetherdampf abgelesen.

4. Versuch.

Die Temperatur des Arbeitsraums betrug 18° C. Die Pipette enthielt rauchende Schwefelsäure; es wurde nach 15 Min. 5,9 %, nach 25 Min. ebenfalls 5,9 % abgelesen.

Leider konnte ich aus äusseren Gründen die Versuche nicht fortsetzen. Die genannten Versuche zeigen, dass die Aethermengen in der Luft der Maske ausserordentlich weitgehend prozentisch schwanken, sodass also bei Benutzung der *Julliard*'schen Maske von 1—8 % schwankend Aetherdampf eingeatmet wird. Wahrscheinlich liegt meistens in der Praxis die prozentische Menge höher als hier bei meinen Versuchen, weil die Temperatur eine höhere ist; danach wird bei der Inspiration rasch ein grosses Luftvolum gesaugt, während ich die Proben langsam entnommen habe, ein Umstand, der im entgegengesetzten Sinne von Einfluss ist.

V. Versuchsreihe.

Ein gewogener Kolben mit Aether, der mit doppelt durchbohrtem Gummistopfen versehen war, wurde durch Glasröhren einerseits mit drei hintereinander geschalteten, teils mit Chlorcalcium, teils mit Bimsstein gefüllten U-Röhren, andererseits mit

einer rauchende Schwefelsäure enthaltenden Absorptionsröhre in Verbindung gesetzt. Bei den ersten Versuchen wurden die Absorptionsröhren derart hergestellt, dass zwei enge U-förmige Röhren aneinander gekuppelt wurden, die mit in rauchender Schwefelsäure getränkten Glasperlen gefüllt waren. Bei den übrigen Versuchen dienten zur Absorption mehrfach gebogene Glasröhren, die an vier Stellen zu Kugeln aufgeblasen waren. Letztere waren z. T. mit rauchender Schwefelsäure gefüllt und, um diese auf eine grössere Fläche zu verteilen, mit Glaswolle beschickt. Durch eine Wasserstrahlpumpe wurde Aether in die Absorptionsrohre hineingesaugt.

Versuche mit dem Aetherkolben.

1. Versuch.

Vor dem Versuch betrug das Gewicht

des Kolbens mit Aether	71,811
der H_2SO_4-Röhre	84,637

Die Versuchsdauer war 3 Std.

Nach dem Versuch wog

der Kolben mit Aether	68,36
	(— 3,451)
die H_2SO_4-Röhre	86,331
	(+ 1,694)

Defizit 1,757 (51 %)

2. Versuch.

Vor dem Versuch Gewicht

des Kolbens mit Aether	86,922
der H_2SO_4-Röhre	88,821

Die Versuchsdauer war 1 Stunde.

Nach dem Versuch wog

der Kolben mit Aether 86,275
(— 0,647)

die H_2SO_4-Röhre 98,084
(+ 0,263)

Defizit 0,384 (59 %).

3. Versuch.

A. *Vor dem Versuch* Gewicht

des Aetherkolbens 95,650

des H_2SO_4-Röhrchens 91,520

Versuchsdauer 1 Stunde 30 Min.

Nach dem Versuch Gewicht

des Aetherkolbens 93,879
(— 1,771)

des H_2SO_4-Röhrchens 92,491
(+ 0,971)

Defizit 0,8 (45 %).

B. *Vor dem Versuch* Gewicht

des Aetherkolbens 95,650

des H_2SO_4-Röhrchens 80,895

Versuchsdauer 1 Stunde 30 Min.

Nach dem Versuch Gewicht

des Aetherkolbens 93,879
(— 1,771)

des H_2SO_4-Röhrchens 89,896
(+ 0,001)

Defizit 1,77 (99 %).

Diese Versuchsanordnung in der so rasch grosse Mengen Aetherdampf von Schwefelsäure absorbiert werden, ist ungenügend.

VI. Versuchsreihe.

Ein mit angeschmolzener Capillare versehenes dünnwandiges Glaskügelchen von bekanntem Gewicht wird mit Aether gefüllt, zugeschmolzen und gewogen; durch die Differenz der Gewicht der Kugel im leeren und gefüllten Zustande wird dann das Gewicht des Aethers festgestellt. Das Aetherröhrchen wird hierauf in eine Glasflasche gebracht, in der sich kleine Steine oder Glasperlen befinden und deren Gummistopfen von zwei winklig gebogenen Glasröhren durchbohrt ist. Diese setzen den Binnenraum der Flasche einerseits mit Chlorcalciumröhren andererseits mit der Absorptionsröhre, die mit rauchender Schwefelsäure und zur Vergrösserung der absorbierenden Oberfläche mit Glaswolle gefüllt ist, in Verbindung. Durch Schütteln der Flasche wird das Aetherröhrchen zertrümmert, und die sich verflüchtigenden Aetherdämpfe werden durch die Wirkung einer Saugpumpe in die vorher genau gewogene Absorptionsröhre gesogen, wo sie von der Schwefelsäure allmählich absorbiert werden. Am Schlusse des Versuchs wird das Gewicht der Absorptionsröhre wieder bestimmt und aus dem Zuwachs gegenüber dem ursprünglichen Gewicht die Menge des absorbierten Aetherdampfes ermittelt. Die durchschnittliche Versuchsdauer betrug 1 3/4 Stunden.

I. Versuch.

Es wog das Glaskügelchen mit Aether, in der Flasche zerbrochen 0,356

das Aetherröhrchen leer 0,1118
Aether 0,238
Die H_2SO_4-Röhre *vor* dem Versuch 78,1394
nach 78,4825

Die Gewichtszunahme der Schwefelsäureröhre betrug 0,3431. Es gelangten also zur Absorption die 0,238 g Aether und 0,105 g Wasserdampf der Luft.

Versuchsdauer 2 Stunden.

2. Versuch.

Es wog das Glaskügelchen mit Aether, in der Flasche zerbrochen 0,5865
das Aetherröhrchen leer 0,109
Aether 0,4775
die H_2SO_4-Röhre *vor* dem Versuch 91,220
nach 92,045
(+ 0,825)

Es gelangten zur Absorption die
0,4775 g Aether und
0,3475 g Wasserdampf auf der Luft.

Versuchsdauer 1 Stunde 30 Min.

3. Versuch.

Es wog das Glaskügelchen mit Aether, in der Flasche zerbrochen 0,4325
das Aetherröhrchen leer 0,0875
Aether 0,345
die H_2SO_4-Röhre *vor* dem Versuch 92,5015
nach 92,9805
(+ 0,479).

Zur Absorption gelangten die
0,345 g Aether und
0,134 g Wasserdampf aus der Luft.
Versuchsdauer 2 Std.

Auch diese Versuchsanordnung giebt keine Resultate. Wo die Versuchsfehler liegen, ist in der Kürze der Zeit nicht klar geworden. Auf alle Fälle ist diese Methode noch weiter zu prüfen.

Am Schlusse meiner Arbeit erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. *Kunkel*, für die gütige Anregung zu dieser Arbeit und ihm, wie Herrn Dr. *Fessel* für ihre überaus liebenswürdige Unterstützung bei der Anfertigung derselben meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

LITTERATUR.

1. *Bert* Paul: La pression barométrique 1878.
2. *Dreser:* Ueber die Zusammensetzung des bei der Aethernarkose geatmeten Luftgemenges. Beiträge zur klin. Chir. B. 10.
3. *Hempel:* Gasanalytische Methoden 1890.
4. *Kionka*: Ueber Chloroform- und Aethernarkosen. Langenb. Arch. für klin. Chir. B. 50.
5. *Kunkel*: Toxikologie.
6. *Snow*: Papers on Narcotism by Inhalation, London Med. Gaz. Vol. 41—42 1848.
7. *Snow:* On Chloroform and other anaesthetics, London 1858.
8. *Spencer*: Ueber den Grad der Aethernarkose im Verhältnis zur Menge des eingeatmeten Aetherdampfes. Arch. f. exper. Pathol. und Pharmakol. B. 33.